Environment Canada / Environnement Canada

0022722F DEST PVM EXCH COPY 3
SK 471 C3371
VOL ISS 127
CANADIAN WILDLIFE SERVICE. PROGRESS NOTES

Progress Notes

Aussi disponible en français

No. 127, March 1982

Variability of waterfowl aerial surveys: observer and air - ground comparisons — A preliminary report

by J-P.L. Savard[1]

Abstract

The study examined nine pairs of unstandardized aerial-ground waterfowl surveys and compared observers' performances in 14 aerial surveys. Consistently more birds were seen and more species were identified in ground surveys than in aerial surveys. Cryptic species such as loons and grebes were overlooked in aerial surveys. Estimates of observer pairs differed significantly in 13 surveys. Discrepancies in estimates were larger for flocked birds than scattered ones. The percentage of birds classified similarly by each pair of observers averaged only 53% and ranged from 5 to 92%. The data summarized here indicate that density figures and species compositions derived from unstandardized aerial surveys should be considered critically, especially when no replicates have been flown.

Introduction

In the last decade, CWS and the British Columbia Fish and Wildlife Branch have carried out several aerial surveys to determine the coastal distribution of aquatic birds wintering in that province. Most surveys were designed to locate bird concentrations and were not aimed at estimating densities. The ruggedness of the coast and unstable weather conditions impaired standardization of the surveys, and several types of aircraft and observers were used. For most of the British Columbia coastline, those aerial surveys constituted the only source of information on wintering birds, and often the information was based on a single set of observations.

While the aerial surveys gave an overview of the coastal distribution of birds in winter, the prospect of increased oil tanker traffic and offshore drilling along the coast of British Columbia has emphasized the need for more information on the distribution, abundance, and behaviour of coastal aquatic birds. Because aerial surveys are the only practical way of surveying many coastal bird populations, and because of their extensive use in the past, it is important to identify the strengths and weaknesses of the technique to improve the interpretation of observations.

This report summarizes trends observed in air-ground and observer comparisons during unstandardized aerial surveys. Although the comparisons were made incidentally to regular surveys, they should help in the design and interpretation of aerial and ground surveys.

Methods

Air-ground comparisons

I have compared the aerial and ground surveys from survey programs in the Fraser River estuary near Vancouver and in the Queen Charlotte Islands, BC.

Two sections of the Fraser River estuary were surveyed. The first, White Rock, consisted of 16 km of predominantly rocky shoreline used mostly by diving ducks. The second, Boundary Bay, extended over 20 km of mud and sand flats and harboured large concentrations of dabbling ducks. Three sections of shoreline were surveyed in the Queen Charlotte Islands. The first, on the east coast of Graham Island, extended over 40 km of sandy beaches; the second included 20 km of sandy beaches in McIntyre Bay on the north coast of Graham Island; and the third covered 8 km of rocky shoreline in Skidegate Inlet. All three sections had high densities of diving ducks but no large concentrations.

Cruising speeds ranged from 145 to 160 km/h and flying heights varied from 50 to 60 m during aerial surveys. Two observers, one on each side of the aircraft, recorded all observations on cassette tapes, which were transcribed at the end of each trip. Observations were not restricted to a fixed transect width and all birds seen were noted. We made ground counts with 7X35 mm binoculars and 15-60X zoom telescopes and counted all birds visible from the shore.

Aerial and ground surveys were done within 4 days of each other and covered the same shoreline section. They were all done in winter when bird populations are relatively stable.

Comparisons between observers

I took data for between-observer comparisons from aerial surveys on the Fraser River estuary, where bird densities were high and birds formed large flocks; from surveys in the Columbia Valley, where birds occurred in lower densities but still formed large concentrations; and from surveys over the offshore waters of Dixon Entrance off the Queen Charlotte Islands, where bird densities were very low. On each survey, two observers on the same side of the airplane counted the same population of birds. Observers were not restricted to a fixed transect width, but usually concentrated their search within a 200-m-wide strip.

Results

Air-ground comparisons

The observers saw approximately twice as many birds from the ground as from the air in all the paired surveys (Table I). Loons, grebes, and cormorants were seen more often in ground surveys. The large number

[1]CWS, Delta, British Columbia V4K 3Y3.

Table 1
Comparisons between aerial (A) and ground (G) surveys conducted in British Columbia

Location	Dist., date	No. birds seen: Loon, grebe & cormorant	Dabbling ducks	Diving ducks	Unident. ducks	Total	No. spec. ident.	% birds ident. to spec.
White Rock	(16 km)							
1977	A 29 Nov.	1	115	1562	89	1767	6	18
	G 30 Nov.	73	210	3518	843	4644	16	21
	A 15 Dec.	5	0	887	205	1097	4	16
	A 15 Dec.	3	2	1152	127	1284	4	10
	G 19 Dec.	42	264	1921	357	2584	16	33
Boundary Bay	(20 km)							
1977	A 1 Nov.	20	13 795	503	127	1445	5	13
	G 4 Nov.	60	22 332	125	203	22 720	9	25
	A 29 Nov.	0	1365	0	6439	7804	2	14
	G 30 Nov.	6	17 583	206	34	17 829	12	14
	A 15 Dec.	1	0	61	3320	3382	0	0
	A 15 Dec.	4	100	49	1743	1896	2	6
	G 19 Dec.	13	17 367	166	0	17 546	10	12
Graham Island QCI*	(40 km)							
1978	A 11 Jan.	38	0	1399	41	1478	5	51
	G 5 Jan.	134	13	2911	41	3099	16	58
McIntyre Bay QCI	(20 km)							
1978	A 9 Jan.	7	0	385	17	409	5	73
	G 6 Jan.	206	0	1614	2	1821	15	94
Skidegate Inlet QCI	(8 km)							
1978	A 11 Jan.	126	0	44	74	244	3	12
	G 8 Jan.	158	0	195	0	353	15	63
	G 5 Jan.	129	4	315	0	448	16	62

*QCI = Queen Charlotte Islands.

in this category recorded in the Skidegate Inlet aerial survey (Table I) may be attributed to the presence of Arctic Loon flocks that were easier to locate from the air. No Artic Loons were recorded in the other surveys.

Dabbling and diving ducks were consistently fewer in aerial than in ground surveys. The number of unidentified birds varied between the survey types, showing no clear pattern.

We identified consistently more species from the ground than from the air (Table I). The average number of species identified in 10 aerial surveys was 3.6 ± 0.58 (± standard error) compared with an average of 13.9 ± 0.93 for 9 ground surveys.

The percentage of birds identified to species averaged 21.3 ± 7.2 in aerial surveys and 42.4 ± 9.3 in ground surveys. Scaup were not identified to species in either type of survey, and dabbling ducks were not always speciated because of time constraints during the Boundary Bay ground surveys. That explains partially the low percentage of birds identified in some ground surveys.

Between-observer comparisons

In theory, two observers located on the same side of the aircraft should record similar numbers of birds, but they agreed on this in only 1 of 14 surveys (Table 2). In all the remaining surveys, one observer saw significantly more birds than the other.

The reasons for those differences varied, some resulting from non-standardized techniques, others

from differences in the estimation and observation skills of observers. Among sources of errors occasionally noticed during a survey was the recording of birds that had flushed from one side of the aircraft to the other. One observer did not realize the origin of the birds and counted them, whereas the other did not. Flocks distant from the flight line were sometimes missed by one of the observers. Six surveys were divided into sub-sections to determine if observers' differences were random or if one of the two observers was constantly underestimating or overestimating (Table 3). In one survey, differences were associated with only one observer, but in the other five, it varied between observers. The degree of difference between observers was not constant but varied among sub-sections, indicating that observers' skills were influenced by external factors.

I found that bird density influenced the accuracy of observers' estimates. Differences between observers were larger in sections where flocks of birds were encountered than in sections where birds were widely spaced (Table 4). Observers differed not only in the numbers of birds they recorded, but also in the identification of the birds. The percentage of observations that were identically categorized by both observers ranged between 5.1% and 92% (Table 2). Even when both observers estimated the same number of birds as they did in survey 14, they did not identify the birds similarly. Only 24% of the birds seen were similarly classified in that survey. Differences in classification were probably due to differences in skill between observers. Also some observers are less scrupulous in their identification, whereas others will only identify to species level if certain of their identification.

Another major difference between observers occurred with the classification of mixed flocks. In one survey, one observer classified mixed flocks of dabbling ducks under "dabbling ducks" because he did not feel confident about the relative abundance of each species identified in the flock. The other observer, however, made a rough approximation of the relative abundance of each species.

Variability within aerial surveys

We know little about the variability within aerial surveys because few workers have flown replicates. Two aerial surveys were flown back-to-back in Boundary Bay on 15 December 1977. In the first survey, 25 347 birds were counted compared with 31 271 in the second survey, a difference of 5924 birds or 19%. The same observers did both surveys, but one surveyed the shoreline portion of the flight line during one survey and the offshore portion during the other. Part of the difference in the numbers of birds seen results from different estimation in both surveys. For example, counts for Snow Geese and swans differed by more than 30% between surveys, and can be attributed to observers' differences and flight-line location. Those differences contribute to an increase in the variability of aerial surveys and therefore decrease their reliability for density estimation.

Surveys in 1977 and 1978 in the Queen Charlotte Islands illustrate the danger of drawing conclusions from single aerial surveys. Two sections of shoreline were surveyed on 15 January 1977 and 11 January 1978 during two independent surveys (Hatler *et al.* 1977, Savard 1979). More than seven times as many birds were seen in 1978 as in 1977 in the first section, and twice as many in the second one (Table 5). Anyone looking at each survey independently would arrive at a different conclusion about the value of those sections of shoreline for wintering birds. Both surveys were flown under similar clear weather conditions. However, the unusually calm sea in 1978 facilitated bird detection. Other factors such as bird distribution, aircraft type, flight-line location, flying height, and observers undoubtedly contributed to the discrepancy between the surveys. The instantaneous nature of aerial surveys should always be kept in mind when interpreting the results.

Discussion

Air–ground comparisons

Observers did not carry out aerial and ground surveys simultaneously but a few days apart. Large movements of birds are unusual in winter, but local movements in and out of the study area may have biased individual comparisons. However, some differences between the survey types were present in all the comparisons and probably represent real differences.

We recorded fewer species in aerial surveys than in ground surveys. During aerial surveys, observers only have a few seconds to identify species and estimate numbers, and therefore identifications depend more on the observers' skills, weather conditions, and bird density and behaviour.

Less common species amid large numbers of other birds were often overlooked from the air, as happened with cryptic and dispersed species such as loons, grebes, and cormorants in most aerial surveys. Therefore, absolute or relative density estimates of those species based solely on aerial surveys may be misleading. Each species has a particular degree of conspicuousness, according to its size, plumage, and behaviour when seen from the air. Also, the conspicuousness of a species is affected by weather conditons, habitat type (exposed vs protected waters), spatial distribution of birds (scattered or in groups) and their activity (feeding vs sleeping) (Graham and Bell, 1969). Stott and Olson (1972) found that dark-bodied birds such as scoters were difficult to see with a clear or partly cloudy sky, and the ocean coloured dark or blue, but were easily seen on overcast days. The reverse was true for goldeneyes and mergansers. The problem of identification in aerial surveys is also compounded by the logistics of surveying several species at once. Watson *et al.* (1969) showed that multiple species counts were less accurate than single species counts.

Table 2
Comparison of observer counts with both observers on same side of aircraft

Location and date (1977)	Obs. pair	No. birds seen by Obs. A	No. birds seen by Obs. B	Chi-sq., value	% birds similarly classified by both†
Columbia Valley					
(1) 14 Sept.	1	5721	6453	44.0*	55.0
(2) 5 Oct.	1	10 804	12 993	201.4*	66.8
Dixon Entrance					
(3) 23 Sept.	2	1585	1868	23.9*	92.0
Boundary Bay, open waters					
(4) 29 Nov.	3	3007	6661	1381.0*	55.4
(5) 29 Nov.	4	2551	4738	656.2*	51.1
(6) 15 Dec.	5	1216	1838	126.7*	45.1
White Rock					
(7) 29 Nov.	3	1947	3070	251.4*	65.1
(8) 29 Nov.	4	579	952	90.9*	5.1
(9) 15 Dec.	5	556	813	48.3*	50.3
(10) 15 Dec.	5	1171	1358	13.8**	81.4
Boundary Bay, shoreline					
(11) 29 Nov.	3	5508	1091	2956.5*	60.3
(12) 29 Nov.	4	4265	14 860	5869.5*	10.5
(13) 15 Dec.	5	6858	9080	312.4*	85.5
(14) 15 Dec.	5	753	777	0.4	24.3

* Significant at 99.9%.
** Significant at 95.0%.
† Equivalent to Bray-Curtis indices of similarity (Huhta 1979). Classification units included species, genus, group of species, i.e. surf scoter, scoter, surf or black scoter, and unidentified duck were four different categories under which a bird could be classified by an observer.

The influence of those factors is reduced in ground surveys, in which the observers saw consistently more birds than in aerial surveys. That should be expected in areas with good access from the ground, which allows a larger area to be surveyed and more time to detect birds. Also, several simultaneous overland aerial and ground surveys on delineated areas have shown that only a fraction of the animals present can be detected from the air (Gilbert and Grieb 1957, Diem and Lu 1960, Lotter and Cornwell 1969, Dzubin 1969, Caughley *et al.* 1976).

Ground surveys may sometimes overestimate or underestimate bird densities along straight shorelines when landscape features are rare and birds are distant from the shoreline. In such situations, birds can easily be missed or counts duplicated. We met such difficulties in the first two sections of the Queen Charlotte Island surveys and might have over-emphasized the differences in bird densities between aerial and ground counts.

Between - observer comparisons

Observers differed in their identification and estimation skills. Le Resche and Rausch (1974) and Wartzok and Ray (1975) showed that experienced observers who did aerial surveys regularly were more accurate than either inexperienced observers or experienced observers who did not fly regularly.

For aerial observers of equal ability, differences in the categorization of birds are likely to increase as bird density increases. At low density, observers have more time to make the identification and their classifications should be similar. Differences between observers impair the interpretation of aerial surveys; even when the population of birds remains stable, large fluctuations in numbers can be reported occasionally by different observers.

It is likely that the use of fixed transect-width, rigorous identification criteria and highly trained observers will increase the precision of aerial surveys. However, such standardization is not always possible

and often not warranted. Several attempts have been made to improve the accuracy of aerial surveys of mammal populations (Caughley 1974, Caughley *et al.* 1976, Caughley 1977, Norton-Griffiths 1978). Comparatively little effort has been made to improve the efficiency of waterfowl aerial surveys, especially in coastal waters (Diem and Lu 1960, Martinson and Kaczynski 1967, Stott and Olson 1972). More research is needed to determine if the accuracy of coastal aerial surveys can be sufficiently improved to adequately monitor short- and/or long-term trends in some populations of sea ducks.

The data summarized in this report indicate the need for caution in interpreting the results of aerial surveys. Density figures derived from aerial surveys should be considered critically, especially when no replicates have been flown or when different observers have been used.

Acknowledgements

I would like to thank Leo Cullen, Chris Easthope, Kathleen Fry, Gary Kaiser, and Rick McKelvey, who participated in the aerial surveys, and Rob Butler, Gary Kaiser, Kees Vermeer, and Steve Wendt for critically reviewing this manuscript.

References

Caughley, G. 1974. Bias in aerial survey. J. Wildl. Manage. 38:921–933

Caughley, G. 1977. Sampling in aerial survey. J. Wildl. Manage. 41:605–615

Caughley, G.; Sinclair, R.; Scott-Kemis,D. 1976. Experiments in aerial survey. J. Wildl. Manage. 40:290–300.

Diem, K.L.; Lu, K.H. 1960. Factors influencing waterfowl censuses in the parklands, Alberta, Canada. J. Wildl. Manage. 24:113–133.

Dzubin, A. 1969. Assessing breeding populations of ducks by ground counts. Pages 178–230 *in* Saskatoon Wetland Seminar. Can. Wildl. Serv. Rep. Ser. No. 6. Ottawa, Ont.

Gilbert, P.F.; Grieb, J.R. 1957. Comparison of air and ground deer counts. J. Wildl. Manage. 21:33–37.

Graham, A.; Bell, R. 1969. Factors influencing the countability of animals. East Afr. Agric. For. J. Spec. Issue. 1969:38–43.

Hatler, D.; Smith, I.; Merriman, J.; Kaiser, G. 1977. Mid-winter inventory 1977. Unpubl. data. Fish Wildl. Branch. Victoria, BC.

Huhta, V. 1979. Evaluation of different similarity indices as measures of succession in athropod communities of the forest floor after clear-cutting. Oecologia 41:11–23.

Le Resche, R.E.; Rausch, R.A. 1974. Accuracy and precision of aerial moose censusing. J. Wildl. Manage. 38:175–182.

Lotter, C.F.; Cornwell, G.W. 1969. Comparison of airplane, air-boat and helicopter for censusing Florida duck, *Anas platyrhynchos*. Proc. 23rd Annu. Conf. SE. Assoc. Game Fish Comm.

Martinson, R.K.; Kaczynski, C.K. 1967. Factors influencing waterfowl counts on aerial surveys, 1961–66. U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Wildl. No. 105. 78 pp.

Norton-Griffiths, M. 1978. Counting animals. Handb. No. 1. Serengeti ecological monitoring programme. Afr. Wildl. Leadership Found. Nairobi, Kenya.

Savard, J-P. L. 1979. Marine birds of Dixon Entrance, Hecate Strait, and Chatham Sound, British Columbia during fall 1977 and winter 1978 (number, species composition, and distribution). Unpubl. rep. Can. Wildl. Serv., Delta, BC. 106 pp.

Stott, R.S.; Olson, D.P. 1972. An evaluation of waterfowl surveys on the New Hampshire coastline. J. Wildl. Manage. 36:468–477.

Wartzok; D.; Ray, G.C. 1975. A comparison of the accuracy and precision of visual and photographic aerial censuses of ice-inhabiting marine mammals: results of a simulated flight. Pages 167–177 *in* Workshop on remote sensing of wildlife. Gouv. Que. Minist. tourisme, chasse, pêche. Serv. rech. ecol.

Watson, R.M.; Freeman, G.H.; Jolly, G.M. 1969. Some indoor experiments to simulate problems in aerial censusing. East Afr. Agric. For. J. Spec. Issue. 1969: 56–59.

Table 3
Differences in observer estimates*

	Aerial survey location					
	Columbia Valley	Boundary Bay (open waters)		Dixon Entrance		
Obs. pair	1	1	3	4	5	2
Survey section						
A	−38	+50	−52	−23	−11	−19
B	−42	−13	−68	−49	+ 5	+ 7
C	−20	+17	+17	−52	+47	−16
D	− 9	+22	− 6	−36	+ 5	−41
E	+ 7	−11	—	—	—	—
Av. dev. /section	23	23	36	40	17	21

*Coefficients of variation were used as a measure of difference (n = 2). A coefficient of 0% would indicate that the estimates of both observers were similar. The signs + and − indicate only if the bias was associated with the same observer.

Table 4
Effect of flock size on differences* in observers' estimates

Transect no.	Obs. pair no.	Flocked† birds	Other birds
1	3	62*	34
2	3	76	33
3	4	29	12
4	4	55	34
5	4	62	26
6	5	51	6
Av. diff.		67	29

*Coefficient of variation was used as a measure of difference.
†Scaups and/or scoters only.

Table 5
Comparison of results of two aerials surveys done in January along eastern shoreline of Graham Island, BC

	Section A (40 km)		Section B (35 km)	
Classification	15 Jan. 1977	11 Jan. 1978	15 Jan. 1977	11 Jan. 1978
Loon	7	18	—	16
Grebe	2	8	—	75
Cormorant	6	12	17	69
Brant	—	—	75	147
Dabbling duck	—	—	430	47
Scaup	—	45	—	118
Goldeneye	29	656	25	319
Bufflehead	—	—	—	90
Oldsquaw	18	86	—	—
Harlequin duck	—	23	2	14
Scoter	108	589	—	269
Merganser	1	—	—	31
Unident. duck	12	41	102	54
Gull	102	606	97	275
Alcid	4	—	—	1
Total	289	2084	750	1725

Cahiers de biologie — **Service canadien de la faune**

Ces cahiers renferment des données préliminaires et des conclusions provisoires de nature à intéresser les biologistes d'autres organismes.

Also available in English

N° 127, juillet 1982

Variabilité des relevés aériens effectués sur la côte ; comparaisons entre les observateurs et les données recueillies dans les airs et au sol. Rapport préliminaire.

J.-P. L. Savard[1]

Résumé

Dans le cadre de cette étude, on a examiné neuf groupes de relevés non uniformisés d'oiseaux aquatiques effectués au sol et dans les airs, et comparé les résultats obtenus par des observateurs au cours de 14 relevés territoriaux. Invariablement, on a repéré plus d'oiseaux et d'espèces dans les relevés terrestres qu'aériens. Les espèces cryptiques, telles que les huarts et les grèbes, passent inaperçus au cours des relevés aériens. Les estimations des groupes d'observateurs diffèrent de façon significative dans le cas de 13 relevés. Les écarts entre les estimations sont plus importants en ce qui concerne les oiseaux rassemblés que ceux dispersés. Le pourcentage d'oiseaux classifiés de façon similaire par chaque groupe d'observateurs n'est en moyenne que de 53 % et varie de 5 à 92 %. Les données résumées dans le présent document indiquent que les densités et la composition des espèces déterminées à l'aide des informations qu'on a recueillies au cours des relevés aériens non uniformisés doivent être examinées avec un esprit critique, particulièrement lorsqu'il n'existe pas de relevé du genre pour les appuyer.

Introduction

Depuis les dix dernières années, le Service canadien de la faune et la British Columbia Fish and Wildlife Branch ont effectué plusieurs relevés aériens en vue de déterminer la distribution côtière des oiseaux aquatiques qui hivernent dans la province. La plupart des relevés visaient à localiser les concentrations d'oiseaux et non à estimer leur densité. Les accidents de la côte et les conditions météorologiques instables ont entravé l'uniformisation des relevés, si bien qu'on a utilisé plusieurs sortes d'avions et d'observateurs. Pour la majeure partie de la côte de Colombie-Britannique, ces relevés aériens constituaient la seule source d'information sur les oiseaux qui y passent l'hiver et ces renseignements s'appuyaient fréquemment sur une seule série d'observations.

Les relevés aériens donnaient un aperçu de la distribution en hiver des oiseaux sur la côte, mais la perspective d'un accroissement du trafic pétrolier et des activités de forage off-shore le long de la côte de Colombie-Britannique a accentué la nécessité d'obtenir plus d'information sur la distribution, le nombre et le comportement des oiseaux aquatiques côtiers. Parce que les relevés aériens représentent la seule façon pratique de dénombrer les populations d'oiseaux côtiers en quantité et qu'on s'en est servi abondamment, il est important de déterminer les points forts et les points faibles de cette méthode en vue d'améliorer l'interprétation des observations.

Le présent rapport résume les tendances observées dans les comparaisons entre les données recueillies dans les airs et au sol, et celles recueillies par divers observateurs au cours de relevés aériens non uniformisés. Bien qu'on ait incidemment effectué des comparaisons avec les relevés réguliers, elles devraient aider à concevoir et interpréter les relevés pris au sol et dans les airs.

Méthodes

Comparaisons air et sol

J'ai comparé les relevés pris dans les airs et ceux pris au sol dans le cadre des programmes de relevés effectués dans l'estuaire du fleuve Fraser, près de Vancouver, et dans les îles Queen Charlotte (C-B).

Deux bras de l'estuaire du fleuve Fraser ont fait l'objet de relevés. Le premier, White Rock, se composait de 16 km de côte en grande partie rocheuse, utilisée surtout par les canards plongeurs. Le deuxième, la baie Boundary, s'étendait sur plus de 20 km de plages de vase et de sable et abritait de grandes concentrations de canards barboteurs. Trois secteurs de la côte des îles Queen Charlotte ont fait l'objet de relevés. Le premier, sur la côte est de l'île Graham, s'étendait sur plus de 40 km de plages sablonneuses ; le deuxième se composait de 20 km de plages sablonneuses dans la baie McIntyre, sur la côte nord de l'île Graham ; le troisième, regroupait 8 km de côte rocheuse dans l'inlet skidegate. Ces trois emplacements présentaient de grandes densités de canards plongeurs mais pas de concentrations importantes.

Les vitesses de croisière variaient de 145 à 160 km/h et l'altitude de 50 à 60 m au cours des relevés aériens. Deux observateurs, soit un de chaque côté de l'avion, enregistraient toutes les observations sur cassettes pour ensuite les retranscrire après chaque excursion. Les observations n'étaient pas limitées à un transect de largeur définie, et nous avons noté tous les oiseaux aperçus. Nous avons effectué des dénombrements au sol à l'aide de jumelles grossissantes de 7 fois 35 mm et de lunettes munies d'un zoom qui rapprochent de 15 à 60 fois, et nous avons compté tous les oiseaux visibles de la côte.

Les relevés aériens et terrestres ont été effectués à quatre jours d'intervalle et ont porté sur le même secteur de la côte. Ils ont tous été réalisés en hiver lorsque les populations d'oiseaux sont relativement stables.

Comparaisons entre les observateurs

Pour établir les comparaisons entre les observateurs, j'ai utilisé les données recueillies au cours de relevés

[1]SCF, Delta (Colombie-Britannique), V4K 3Y3

Environment Canada — Environnement Canada
Service canadien de la faune — Canadian Wildlife Service

aériens effectués d'abord dans l'estuaire du Fraser (densités et rassemblements d'oiseaux importants), puis dans la vallée Columbia (densités faibles, concentrations importantes), et finalement dans l'entrée Dixon au large des îles Queen Charlotte (densités très faibles). Lors de chaque relevé, deux observateurs placés du même côté de l'avion ont compté un nombre égal d'oiseaux. Les observateurs n'étaient pas tenus de respecter un transect de largeur définie mais concentraient habituellement leurs recherches sur une bande de 200 m.

Résultats

Comparaisons air et sol

En ce qui a trait aux relevés par groupes, les observateurs ont enregistré à peu près deux fois plus d'oiseaux à partir du sol que dans les airs (tableau 1). Les huarts, les grèbes et les cormorans étaient plus fréquemment observés au cours des relevés terrestres. Le grand nombre d'oiseaux enregistrés dans cette catégorie au cours du relevé aérien effectué dans l'inlet Skidegate (tableau 1) s'explique peut-être par la présence de volées de Huarts arctiques qui sont aisés à déceler du haut des airs. On n'a relevé aucune autre observation de cet oiseau dans les autres relevés.

Les canards barboteurs et plongeurs étaient toujours beaucoup moins nombreux dans les relevés aériens que dans les terrestres. Le nombre d'oiseaux non identifiés variait suivant les types de relevés, ne révélant par là aucun modèle particulier.

Nous avons toujours relevé plus d'espèces au sol que dans les airs (tableau 1). Le nombre moyen d'espèces identifiées lors de dix relevés aériens était de 3,6 ± 0,58 (± écart type) comparativement à une moyenne de 13,9 ± 0,93 lors de neuf relevés terrestres.

Le pourcentage des espèces d'oiseaux identifiées s'établissait en moyenne à 21,3 ± 7,2 dans le cas des relevés aériens, et de 42,4 ± 9,3 dans le cas des relevés terrestres. Aucun relevé ne mentionnait le morillon comme espèce, et il en va de même pour les canards barboteurs dont on n'a pas toujours identifé les espèces à cause du temps limité accordé aux relevés terrestres dans la baie Boundary. Cela explique en partie le faible pourcentage d'oiseaux identifés lors de certains relevés terrestres.

Comparaisons entre les observateurs

En théorie deux observateurs placés du même côté de l'avion devraient enregistrer le même nombre d'oiseaux, mais c'est ce qui s'est passé que pour un seul relevé sur 14 (tableau 2). En ce qui a trait aux autres relevés, un des observateurs a repéré un nombre beaucoup plus important d'oiseaux que l'autre.

Il existe plusieurs explications à ces différences, allant des techniques non uniformisées jusqu'au degré d'habilité des observateurs à établir des estimations et à réussir des observations. Parmi les causes d'erreurs notées parfois lors de relevés, signalons l'enregistrement d'oiseaux qui se sont déplacés d'un côté à l'autre de l'avion. L'un des observateurs peut ne pas avoir remarqué d'où venaient les oiseaux et les avoir comptés, tandis que l'autre ne l'a pas fait. Il se peut aussi que l'un d'entre eux ait quelquefois omis de noter une volée d'oiseaux éloignée de la ligne de vol. Six relevés ont été divisés en sous-sections afin de déterminer si les différences entre les observateurs se produisaient par hasard ou si l'un des deux observateurs surestimait ou sous-estimait continuellement le nombre d'oiseaux (tableau 3). Dans le cas d'un relevé, un seul observateur était responsable des différences, mais pour ce qui est des cinq autres, les différences variaient d'un observateur à l'autre. Une différence marquée entre les observateurs n'apparaissait pas constamment mais on remarquait des variations selon les sous-sections, indices que les habiletés des observateurs dépendaient de facteurs extérieurs.

J'ai réalisé que la densité d'oiseaux influait sur l'exactitude des estimations effectuées par les observateurs. Les différences entre les observateurs se révélaient plus importantes dans les secteurs caractérisés par des vols d'oiseaux que par leur dispersion (tableau 4). Les observateurs ne s'entendaient non seulement pas sur le nombre d'oiseaux enregistrés, mais également sur l'identification. Le pourcentage des observations qui se rangeaient dans des catégories identiques selon deux observateurs s'établissait de 5,1 à 9,2 % (tableau 2). Même si deux observateurs en arrivent au même nombre d'oiseaux, comme c'est le cas du relevé 14, ils n'enregistrent pas les mêmes espèces. Dans ce relevé, on n'a classifié que 24 % des oiseaux aperçus dans les mêmes catégories. Ces différences dépendent sans doute du degré d'habileté des observateurs. En outre, certains observateurs s'avèrent moins méticuleux alors que d'autres n'admettent l'identification de l'espèce qu'à coup sûr.

On a noté une autre différence majeure entre les observateurs pour ce qui est de la classification des volées mixtes. Dans un cas, un observateur a classifié des volées mixtes de canards barboteurs sous la rubrique « canards barboteurs » parce qu'il ne se sentait pas sûr de lui en ce qui concerne l'importance relative de chaque espèce identifiée. L'autre observateur a toutefois déterminé une approximation relative de l'importance de chaque espèce.

Variabilité dans les relevés aériens

Nous en savons peu à propos de la variabilité dans les relevés aériens parce que peu d'observateurs ont refait le même trajet. On a effectué deux relevés aériens de suite dans la baie Boundary le 15 décembre 1977. Lors du premier relevé, on a dénombré 25 347 oiseaux comparativement à 31 271 dans le second, soit une différence de 5 924 ou 19 %. Les mêmes observateurs ont enregistré les deux relevés, quoiqu'ils aient fixé pour un relevé leur attention sur la côte suivie durant le vol et pour l'autre sur le large. Une partie des différences observées dans le nombre des oiseaux est attribuable aux estimations dissemblables obtenues dans

les deux relevés. Exemple, les résultats pour l'Oie blanche et le cygne varient de plus de 30 % entre les relevés à cause des différences chez les observateurs et du parcours de vol. Ces différences contribuent à faire augmenter la variabilité dans les relevés aériens et en diminuent d'autant l'exactitude en ce qui a trait à l'estimation de la densité.

Les relevés effectués en 1977 et 1978 dans les îles Queen Charlotte illustrent bien le danger qu'il y a à tirer des conclusions seulement à partir de relevés aériens. On a pris des relevés à partir de deux secteurs de la côte le 15 janvier 1977 et le 11 janvier 1978, et ce en deux occasions distinctes (Hatler *et al.*, 1977 ; Savard, 1979). Dans le premier secteur, sept fois plus d'oiseaux furent observés en 1978 qu'en 1977, et deux fois plus dans le second (tableau 5). Quiconque prendrait connaissance d'un de ces relevés indépendamment de l'autre en arriverait à une conclusion différente quant à la valeur de ces secteurs de la côte pour les oiseaux qui hivernent. Pour les deux relevés, le vol s'est déroulé par temps clair dans les mêmes conditions météorologiques. En 1978 cependant, la mer d'un calme inhabituel a facilité le repérage des oiseaux. D'autres facteurs tels que la distribution des oiseaux, le type d'appareil, le parcours de vol, l'altitude et les observateurs ont sans aucun doute contribué à augmenter l'écart entre les relevés. Il faut toujours garder à l'esprit le caractère spontané d'un relevé aérien quand on interprète les résultats.

Analyse

Comparaisons air et sol

Les observateurs n'ont pas effectué de relevés aériens et terrestres de façon simultanée puisqu'il y a eu intervalle de quelques jours. Les déplacements d'oiseaux importants sont inhabituels en hiver, mais les déplacements locaux dans et en dehors de l'aire d'étude peuvent avoir faussé les comparaisons individuelles. Toutefois, certaines différences entre les deux types de relevés sont observées dans toutes les comparaisons et représentent probablement des différences réelles.

Nous avons enregistré un nombre moins grand d'espèces lors des relevés aériens que lors des relevés terrestres. Au cours des relevés aériens, les observateurs n'ont que quelques secondes à leur disposition pour identifier les espèces et évaluer le nombre d'oiseaux ; par conséquent, l'identification dépend davantage de l'habileté de l'observateur, des conditions météorologiques, de la densité et du comportement des oiseaux.

Les espèces moins communes éparpillées parmi les grands rassemblements d'autres oiseaux passent souvent inaperçus du haut des airs. C'est ce qui arrive dans la plupart des relevés aériens d'espèces cryptiques et dispersées, telles les huarts, les grèbes et les cormorans. Par conséquent, en ce qui concerne les oiseaux de ces espèces, les estimations de densité absolue ou relative qui s'appuient uniquement sur les observations aériennes sont susceptibles d'induire en erreur. Selon la taille, le plumage et le comportement, chaque espèce présente, lors d'une observation aérienne, des caractéristiques propres, caractéristiques qui dépendent également des conditions atmosphériques, de l'habitat ou de la répartition (Graham et Bell, 1969). Par exemple, s'agit-il de cours d'eau à découvert ou protégé ? Y a-t-il dispersion ou rassemblement ? Observe-t-on des activités d'alimentation ou de repos ? Stott et Olson (1972) ont constaté que les oiseaux de plumage foncé, les morillons par exemple, sont difficiles à observer lorsque le ciel est clair ou partiellement nuageux et l'océan sombre ou bleu ; par contre, ils sont aisés à observer par temps couvert. C'était l'inverse pour les garrots et becs-scies. L'enregistrement simultané de plusieurs espèces au cours des relevés aériens contribue à aggraver le problème de l'identification. Watson *et al.* (1969) ont démontré que les dénombrements d'oiseaux de plusieurs espèces étaient moins précis que ceux d'une seule espèce

L'influence de ces facteurs se fait moins sentir dans les relevés terrestres, où les observateurs notent constamment plus d'oiseaux, que dans les relevés aériens. On peut prévoir ce phénomène dans les aires aisées à pénétrer à partir du sol, ce qui permet un examen plus complet du terrain et une période plus longue pour découvrir les oiseaux. En outre, plusieurs relevés effectués simultanément au sol et dans les airs, à l'intérieur de secteurs bien délimités ont démontré que seulement une fraction des animaux présents peuvent être décelés du haut des airs (Gilbert et Grieb, 1957 ; Diem et Lu, 1960 ; Lotter et Cornwell, 1969 ; Dzubin, 1969 ; Caughley *et al.*, 1976).

Au cours de relevés terrestres, la densité des oiseaux éloignés des côtes peu accidentées est quelquefois surestimée ou sous-estimée. Dans ces conditions, on peut aisément oublier des oiseaux ou les compter deux fois. Nous avons éprouvé de telles difficultés lors des relevés effectués dans les deux premiers secteurs des îles Queen Charlotte, ce qui aurait eu pour effet d'accentuer la différence entre la densité des oiseaux observés au sol et celle dans les airs.

Comparaisons entre les observateurs

L'habileté à identifier les oiseaux et en évaluer le nombre diffère d'un observateur à l'autre. Selon Le Resche et Rausch (1974), et Warzok et Ray (1975), des observateurs expérimentés qui accomplissaient régulièrement des relevés aériens étaient plus précis que des observateurs, expérimentés ou non, qui n'en faisaient que de temps en temps.

Lorsque des observateurs également habiles réalisent des relevés aériens, les divergences dans la classification des oiseaux paraissent augmenter à mesure que les densités s'accroissent. À faible densité, les observateurs ont plus de temps à leur disposition pour procéder à l'identification et les résultats devraient être similaires. Ces différences entre observateurs faussent l'interprétation des relevés aériens ; ainsi, même lorsque les populations d'oiseaux demeurent stables, on trouve à l'occasion une

marge importante dans les quantités rapportées par chaque observateur.

On peut supposer que l'utilisation de transects de largeur définie, de critères d'identification rigoureux et d'observateurs vraiment compétents pourrait rehausser la précision des relevés aériens. Une telle uniformisation n'est cependant pas toujours possible et souvent est injustifiée. On a réalisé plusieurs tentatives en vue d'améliorer l'exactitude des relevés aériens des populations mammifères (Caughley, 1974 ; Caughley *et al.*, 1976 ; Caughley, 1977 ; Norton-Griffiths, 1978). En comparaison, on n'a fait que peu d'efforts pour augmenter l'efficacité des relevés aériens d'oiseaux aquatiques, tout particulièrement dans les eaux côtières (Diem et Lu, 1960 ; Martinson et Kaczynski, 1967 ; Stott et Olson, 1972). De plus amples recherches sont nécessaires en vue de déterminer si la précision des relevés aériens côtiers peut être suffisamment améliorée pour contrôler adéquatement les tendances à court et à long terme observées chez certaines populations de canards maritimes.

Les données exposées dans le présent rapport illustrent bien la nécessité de faire preuve de prudence en ce qui a trait à l'interprétation des résultats suite à des relevés aériens. Il faut examiner avec circonspection les densités établies à la lumière des relevés aériens, surtout s'il s'agit d'un seul relevé aérien ou le résultat obtenu par différents observateurs.

Remerciements

Il me fait plaisir de remercier Leo Cullen, Chris Easthope, Kathleen Fry, Gary Kaiser et Rick McKelvey qui tous ont participé aux relevés aériens, ainsi que Rob Butler, Gary Kaiser, Kees Vermeer et Steve Wendt qui ont fait la critique du présent document.

Références

Caughley, G., 1974, *Bias in aerial survey*, J. Wild. Manage. 38 : 921-933.

Caughley, G., 1977, *Sampling in aerial survey*, J. Wild. Manage. 41 : 605-615.

Caughley, G., Sinclair, R. et Scott-Kemis, D., 1976, *Experiments in aerial survey*, J. Wild. Manage. 40 : 290-300.

Diem, K. L. et Lu, K. H., 1960, *Factors influencing waterfowl censuses in the parklands, Alberta, Canada*, J. Wild. Manage. 24 : 113-133.

Dzubin, A., 1969, *Assessing breeding populations of ducks by ground counts*, in *Saskatoon Wetland Seminar*, Série de rapport du Service canadien de la faune n° 6, Ottawa, p. 178-230.

Gilbert P. F. et Grieb, J. R., 1957, *Comparison of air and ground deer counts*, J. Wild. Manage. 21 : 33-37.

Graham, A. et Bell, R., 1969, *Factors influencing the countability of animals*, East Afr. Agric. For. J. Spec. Issue 1969 : 38-43.

Hatler, D., Smith, I., Merriman, J. et Kaiser, G., 1977, *Mid-winter inventory 1977*, données inédites de la Fish Wildl. Branch, Victoria (C-B).

Huhta, V., 1979, *Evaluation of different similarity indices as measures of succession in athropod communities of the forest floor after clear-cutting*, Oecologia 41 : 11-23.

Le Resche, R. E. et Rausch, R. A., 1974, *Accuracy and precision of aerial moose censusing*, J. Wildl. Manage. 38 : 175-182.

Lotter, C. F. et Cornwell, G. W., 1969, *Comparison of airplane, air-boat and helicopter for censusing Florida duck, Anas platyrhynchos*, proc. 23rd Annu. Conf. SE. Assoc. Game Fish Comm.

Martison, R. K. et Kaczynski, C. K., 1967, *Factors influencing waterfowl counts on aerial surveys, 1961-66*, U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Wildl. No. 105, 78 p.

Norton-Griffiths, M., 1978, *Counting animals*, Handb. No. 1 Serengeti ecological monitoring programme, Afr. Wildl. Leadership Found, Nairobi (Kenya).

Savard, J.-P. L., 1979, *Marine birds of Dixon Entrance, Hecate Strait, and Chatham Sound, British Columbia during fall 1977 and winter 1978 (number, species composition, and distribution)*, rapport inédit du SCF, Delta (C-B), 106 p.

Stott, R. S., et Olson, D. P., 1972, *An evaluation of waterfowl surveys on the New Hampshire coastline*, J. Wildl. Manage. 36 : 468-477.

Wartzok, D. et Ray, G. C., 1975, *A comparison of the accuracy and precision of visual and photographic aerial censuses of ice-inhabiting marine mammals: results of a simulated flight*. in *Workshop on remote sensing of wildlife*, p. 167-177, Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de recherche écologique.

Watson, R. M., Freeman, G. H., et Jolly, G. M., 1969, *Some indoor experiments to simulate problems in aerial censusing*, East Afr. Agric. For. J. Spec. Issue, 1969 : 56-59

Tableau 1
Comparaisons entre les relevés aériens (A) et terrestres (T) effectués en Colombie-Britannique

Emplacement	Distribution, date	Nombre d'oiseaux observés: Huart, grèbe et cormoran	Canards barboteurs	Canards plongeurs	Canards non identifiés	Total	Nombre d'espèces identifiées	Oiseaux identifiés par espèce (%)
White Rock	(16 km)							
1977	A 29 nov.	1	115	1 562	89	1 767	6	18
	T 30 nov.	73	210	3 518	843	4 644	16	21
	A 15 déc.	5	0	887	205	1 097	4	16
	A 15 déc.	3	2	1 152	127	1 284	4	10
	T 19 déc.	42	264	1 921	357	2 584	16	33
Baie Boundary	(20 km)							
1977	A 1er nov.	20	13 795	503	127	1 445	5	13
	T 4 nov.	60	22 332	125	203	22 720	9	25
	A 29 nov.	0	1 365	0	6 439	7 804	2	14
	T 30 nov.	6	17 583	206	34	17 829	12	14
	A 15 déc.	1	0	61	3 320	3 382	0	0
	A 15 déc.	4	100	49	1 743	1 896	2	6
	T 19 déc.	13	17 367	166	0	17 546	10	12
Île Graham								
îQC*	(40 km)							
1978	A 11 jan.	38	0	1 399	41	1 478	5	51
	T 5 jan.	134	13	2 911	41	3 099	16	58
Baie McIntyre								
îQC*	(20 km)							
1978	A 9 jan.	7	0	385	17	409	5	73
	T 6 jan.	206	0	1 614	2	1 821	15	94
Inlet Skidegate								
îQC*	(8 km)							
1978	A 11 jan.	126	0	44	74	244	3	12
	T 8 jan.	158	0	195	0	353	15	63
	T 5 jan.	129	4	315	0	448	16	62

*Les îles Queen Charlotte.

Tableau 2
Comparaison des dénombrements effectués par deux observateurs placés du même côté de l'avion

Emplacement et date (1977)	Groupes observés	Nombre d'oiseaux observés par l'observateur A	Nombre d'oiseaux observés par l'observateur B	Valeur de chi²	Oiseaux classés de la même façon par les deux‡
Vallée Columbia					
(1) 14 sept.	1	5 721	6 453	44,0*	55,0
(2) 5 oct.	1	10 804	12 993	201,4*	66,8
Entrée Dixon					
(3) 23 sept.	2	1 585	1 868	23,9*	92,0
Baie Boundary, eaux libres					
(4) 29 nov.	3	3 007	6 661	1 381,0*	55,4
(5) 29 nov.	4	2 551	4 738	656,2*	51,1
(6) 15 déc.	5	1 216	1 838	126,7*	45,1
White Rock					
(7) 29 nov.	3	1 947	3 070	251,4*	65,1
(8) 29 nov.	4	579	952	90,9*	5,1
(9) 15 déc.	5	556	813	48,3*	50,3
(10) 15 déc.	5	1 171	1 358	13,8†	81,4
Côte de la baie Boundary					
(11) 29 nov.	3	5 508	1 091	2 956,5*	60,3
(12) 29 nov.	4	4 265	14 860	5 869,5*	10,5
(13) 15 déc.	5	6 858	9 080	312,4*	85,5
(14) 15 déc.	5	753	777	0,4	24,3

* 99,9 % significatifs.
† 95 % significatifs.
‡ Équivalent aux indices de similitude de Bray-Curtis (Huhta, 1979). Les unités de classification comprennent l'espèce, la famille, le groupe, c'est-à-dire Macreuse à front blanc, macreuse, Macreuse à front blanc ou Macreuse à bec jaune, et canard non identifié, ce qui représente les quatre catégories où l'observateur pouvait classer chaque oiseau.

Tableau 3
Différences entre les estimations des observateurs*

	Emplacement des relevés aériens					
	Vallée Columbia	Baie Boundary (eaux libres)		Entrée Dixon		
Groupe observé	1	1	3	4	5	2
Section de relevé						
A	− 38	+ 50	− 52	− 23	− 11	− 19
B	− 42	− 13	− 68	− 49	+ 5	+ 7
C	− 20	+ 17	+ 17	− 52	+ 47	− 16
D	− 9	+ 22	− 6	− 36	+ 5	− 41
E	+ 7	− 11	—	—	—	—
Écart type/ section	23	23	36	40	17	21

* Un coefficient de variation est utilisé pour mesurer la différence (n = 2). Un coefficient de 0 % indique que les estimations des deux observateurs sont similaires. Les signes + et − indiquent si l'écart est associé au même observateur.

Tableau 4
Répercussion de la taille du rassemblement sur les différences* entre les estimations des observateurs

N° du transect	Nombre de groupe observé	Oiseaux rassemblés†	Autres oiseaux
1	3	62*	34
2	3	76	33
3	4	29	12
4	4	55	34
5	4	62	26
6	5	51	6
Différence moyenne		67	29

* Coefficient de variation utilisé comme mesure de différence.
† Morillons et/ou macreuses seulement.

Tableau 5
Comparaison des résultats obtenus lors de deux relevés aériens effectués en janvier le long de la côte de l'île Graham (C-B).

	Section A (40 km)		Section B (35 km)	
Classification	15 jan. 1977	11 jan. 1978	15 jan. 1977	11 jan. 1978
Huart	7	18	—	16
Grèbe	2	8	—	75
Cormoran	6	12	17	69
Bernache cravant	—	—	75	147
Canard barboteur	—	—	430	47
Morillon	—	45	—	118
Garrot	29	656	25	319
Petit Garrot	—	—	—	90
Canard kakawi	18	86	—	—
Canard arlequin	—	23	2	14
Macreuse	108	589	—	269
Bec-scie	1	—	—	31
Canard non identifié	12	41	102	54
Goéland	102	606	97	275
Alcidé	4	—	—	1
Total	289	2 084	750	1 725

POOR

QUALITY

ORIGINAL